

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053328

International filing date: 08 December 2004 (08.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 03/15033
Filing date: 19 December 2003 (19.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



02 15083
17 JAN 2005
Hla
②

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 13 DEC. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/min

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES

DATE 19 DEC 2003

LIEU 75 INPI PARIS 34 SP

N° D'ENREGISTREMENT

0315033

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE
PAR L'INPI

19 DEC. 2003

Vos références pour ce dossier

(facultatif) 63286

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Madame Sophie ESSELIN
THALES INTELLECTUAL PROPERTY
31-33 avenue Aristide Briand
94117 ARCUEIL CEDEX

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie**2** NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

Demande de brevet initiale

N°

Date

ou demande de certificat d'utilité initiale

N°

Date

Transformation d'une demande de
brevet européen *Demande de brevet initiale*☐

N°

Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

DISPOSITIF DE DETECTION D'OBJETS NON METALLIQUES DISPOSES SUR UN SUJET HUMAIN

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»**5** DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)☐ Personne morale☐ Personne physiqueNom
ou dénomination sociale

THALES

Prénoms

Forme juridique

Société Anonyme

N° SIREN

15 15 2 0 15 9 0 2 4

Code APE-NAF

Domicile
ou
siège

Rue

45 rue de Villiers

Code postal et ville

19 2 2 0 0 NEUILLY-SUR-SEINE

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 2/2

BR2

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

19 DEC 2003

LIEU

75 INPI PARIS 34 SP

N° D'ENREGISTREMENT

0315033

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)	
Nom	ESSELIN
Prénom	Sophie
Cabinet ou Société	THALES
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	8325
Adresse	Rue
	Code postal et ville
	Pays
N° de téléphone (facultatif)	31-33 avenue Aristide Briand
N° de télécopie (facultatif)	19 4 11 17 ARCUEIL CEDEX
Adresse électronique (facultatif)	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	01 41 48 45 24
N° de télécopie (facultatif)	01 41 48 45 01
Adresse électronique (facultatif)	sophie.esselin@thalesgroup.com
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	
Uniquement pour les personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
Sophie ESSELIN	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

DISPOSITIF DE DETECTION D'OBJETS NON METALLIQUES DISPOSES SUR UN SUJET HUMAIN.

5

Le domaine de l'invention est celui des dispositifs de détection d'objets dissimulés sur des sujets humains. Ces dispositifs sont plus particulièrement dédiés à la surveillance et à la sécurisation des zones aéroportuaires et des avions de transport, mais ils peuvent également être
10 disposés à l'entrée de bâtiments protégés, de zones d'accès réservé ou d'autres moyens de transport (navires, trains, ...) dont on souhaite sécuriser l'accès.

Pour assurer la sécurité des passagers dans les avions, les valises
15 de soute et les bagages à main sont contrôlés par des systèmes d'imagerie à rayons X. Le passager lui-même ne passe que par un portique détecteur de métaux. Or, il est nécessaire de détecter sur le passager les objets non métalliques présentant un réel danger comme des explosifs ou des armes en céramique.

20 Pour combler cette faille de sécurité, certains aéroports comme celui d'Orlando ont mis en place à titre expérimental des scanners à rayons X pour les passagers eux-mêmes. Toutefois l'utilisation de rayons X dans un but non médical est interdite dans un grand nombre de pays et en particulier dans la plupart des états européens. En effet, cette technique comporte un
25 réel danger pour l'être humain en cas d'utilisation régulière.

Afin de pallier les inconvénients de l'utilisation des rayons X, il est possible de réaliser une image du corps humain dans le domaine des ondes électromagnétiques millimétriques. En effet, les objets ou les matières dangereuses que l'on cherche à détecter réfléchissent les ondes de manière
30 très différente de celle du corps humain. On peut ainsi facilement les détecter. Cette imagerie peut se faire soit de façon passive, soit de façon active. La technique passive consiste à réaliser une image directement du corps sans l'éclairer avec une source millimétrique particulière. A l'opposé, la technique active permet de faire une image en illuminant le corps, par
35 exemple avec un faisceau millimétrique connu à une longueur d'onde précise.

Ces techniques ont plusieurs inconvénients. Elles sont coûteuses et leur mise en place systématique dans un aéroport nécessite des investissements considérables. D'autre part, les techniques consistant à faire de l'imagerie du corps humain se heurtent à un problème d'éthique. En effet, les vêtements étant peu denses et déstructurés sont transparents au rayonnement millimétrique et par conséquent, le sujet apparaît nu sur l'image millimétrique. Or, le passager n'accepte pas d'être analysé à nu par un opérateur.

Le dispositif de détection selon l'invention permet de résoudre les inconvénients précédents. Le dispositif proposé ne fait pas d'image du corps humain, le système mesure simplement des caractéristiques physiques sur la surface du corps humain et en déduit la présence ou l'absence d'objets suspects non métalliques. Toutefois, le système est capable de localiser grossièrement la position de l'objet suspect placé sur le corps. Un opérateur doit alors vérifier manuellement la zone indiquée par le dispositif.

Cette technique est simple de conception, peu coûteuse et ne demande pas de puissance de calcul élevée et est très bien adaptée aux objets à détecter. La mesure complète est extrêmement rapide et ne nécessite pas d'appareil de mesure sophistiqué.

Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif de détection d'objets placés sur un sujet humain, ledit dispositif comportant au moins

- une source de génération d'un signal hyperfréquence ;
 - un cornet d'émission dudit signal, ledit cornet éclairant une zone du corps dudit sujet humain ;
 - un cornet de réception du signal réfléchi par ladite zone ;
 - une structure portant au moins le cornet d'émission et le cornet de réception ;
 - des moyens d'analyse dudit signal réfléchi ;
- caractérisé en ce que
- la source de génération du signal comporte des moyens permettant de générer le signal dans un état de polarisation connu ;

- les moyens d'analyse comportent des premiers moyens permettant de déterminer les caractéristiques énergétiques et polarimétriques du signal réfléchi, des seconds moyens permettant de déterminer à partir desdites caractéristiques la présence d'objets placés sur ledit sujet humain et des troisièmes moyens d'avertissement de ladite présence.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 représente la réflexion d'une onde électromagnétique sur un objet sensiblement plan selon que sa polarisation initiale est polarisée linéairement selon deux directions dites S ou P;
- la figure 2 représente la réflexion d'une onde électromagnétique sur un objet sensiblement plan lorsque sa polarisation initiale est polarisée linéairement à 45 degrés des polarisations précédentes ;
- la figure 3 représente les polarisations réfléchies de la figure 3 sur la sphère de Poincaré ;
- la figure 4 représente les polarisations réfléchies dans un mode de représentation simplifiée ;
- les figures 5, 6, 7 et 8 représentent les variations de trois paramètres principaux de l'onde réfléchie en fonction de la fréquence du signal appliqué pour différents objets détectés ;
- la figure 9 représente la disposition des cornets d'émission et de réception du signal pour capter le signal réfléchi ;
- les figures 10 et 11 représentent les tailles des zones de détection dites zones de Fresnel pour deux géométries d'objets ;
- la figure 12 est un graphique donnant pour différentes fréquences et pour différentes géométries d'objets la taille de la zone de détection ;
- La figure 13 représente une vue générale du dispositif selon l'invention ;
- la figure 14 est un schéma de principe d'un portique comportant un dispositif selon l'invention ;

- la figure 15 représente un schéma de principe d'un dispositif portable selon l'invention ;
- les figures 16, 17 et 18 représentent les étapes de mise en œuvre dudit dispositif portable.

5

Le principe de fonctionnement du dispositif selon l'invention repose sur les propriétés optiques de réflexion des objets et des tissus vivants éclairés par une onde millimétrique polarisée.

10

Soit un corps 10 tel que représenté en figure 1, délimité par un plan 11 éclairé sous un angle d'incidence θ non nul par une onde 5 polarisée symbolisé par la flèche brisée. On note 12 le plan d'incidence contenant l'onde 5 et perpendiculaire au plan 11. Deux polarisations sont conservées lors de la réflexion sur le plan 11. La première est située dans le plan d'incidence 12, la seconde est perpendiculaire au plan d'incidence 12. Ces 2 polarisations sont respectivement nommées P et S.

Toute autre polarisation est transformée par la réflexion sur ce plan. Par exemple, une onde de polarisation rectiligne P_{INC} d'angle quelconque sera transformée en polarisation elliptique P_{REF} dans le cas général comme indiqué sur la figure 2. La polarisation elliptique P_{REF} est symbolisée par une flèche tournante. La variation de polarisation est représentative des caractéristiques optiques du corps. Par conséquent, l'analyse de la « signature » polarimétrique du corps permet de retrouver sa nature. Ainsi, si l'on émet un signal hyperfréquence de polarisation connue, l'analyse du signal réfléchi permet de déterminer la nature du corps sur lequel s'est réfléchi le signal à la condition que la polarisation du signal ne soit ni dans le plan d'incidence ni perpendiculaire audit plan d'incidence.

Les ondes hyperfréquences émettant dans la gamme des longueurs d'onde millimétriques ou centimétriques sont particulièrement bien adaptées à la détection pour deux raisons :

- les vêtements sont quasiment transparents à ce type d'onde et la réflexion des ondes se fait alors directement sur le corps humain ou l'objet dissimulé ;

30

- Dans le domaine des hyperfréquences, les propriétés du corps humain composé essentiellement d'eau sont très différentes de la plupart des autres matériaux, facilitant ainsi la détection.

Techniquement, dans la gamme des hyperfréquences, on peut
5 facilement générer une onde polarisée linéairement dans la direction souhaitée. Il suffit pour cela d'orienter le cornet d'émission de l'angle souhaité autour de l'axe de propagation de l'onde hyperfréquence. L'inconvénient d'utiliser une polarisation rectiligne à 45° est qu'il est possible que l'objet à détecter présente une polarisation propre orientée selon l'axe de
10 la polarisation incidente.

L'utilisation d'une onde polarisée circulairement permet de résoudre ce problème. En effet, il est nettement plus difficile de fabriquer et de cacher sous des vêtements un objet qui présente une polarisation propre circulaire. Seuls des milieux optiquement actifs ou des milieux à
15 biréfringence circulaire induit par effet Faraday peuvent avoir une polarisation propre circulaire de ce type.

De façon plus générale, on peut utiliser une polarisation elliptique qui présente les mêmes avantages que la polarisation circulaire mais qui est plus simple à générer, surtout si on utilise une grande plage d'ondes
20 hyperfréquences.

Une onde électromagnétique polarisée elliptiquement est définie par 5 paramètres :

- 3 paramètres définissant la polarisation : Orientation du grand axe de l'ellipse - Facteur d'ellipticité - Taux de polarisation ;
25
- l'intensité de l'onde ;
- et la fréquence de l'onde hyperfréquence

La réflexion conserve majoritairement le taux de polarisation et
30 bien entendu, la fréquence de l'onde est connue. Trois paramètres sont donc représentatifs de la « signature » polarimétrique de l'objet. Ce sont les deux paramètres régissant la polarisation et l'intensité de l'onde.

Très classiquement, les deux paramètres de polarisation peuvent
35 être présentés sur une sphère de Poincaré où :

- la latitude L correspond à l'ellipticité de la polarisation, les pôles représentent alors les deux polarisations circulaires droite et gauche et l'équateur les polarisations linéaires et
- la longitude I vaut deux fois l'angle d'orientation du grand axe de l'ellipse.

5 La figure 3 représente sur ladite sphère de Poincaré S_P les états de polarisation P_{REF} d'une onde réfléchie issu d'une onde incidente polarisée à 45° pour des angles d'incidence de 35 degrés et de 55 degrés lorsque l'épaisseur d'un corps diélectrique varie de 0 à l'infini, la permittivité de ce
10 corps étant égal à 3. En faisant varier la longueur d'onde λ , l'état de polarisation suit une trace quasi circulaire centrée sur l'état de polarisation incident comme on peut le voir sur la figure 3. La trace en traits pleins représente les variations de P_{REF} pour l'incidence de 55 degrés et la trace en traits pointillés pour l'incidence de 35 degrés. On démontre que la
15 polarisation la plus éloignée de l'équateur est atteinte pour une épaisseur multiple de $\lambda/12$. Au contraire, la réflexion sur la peau reste quasiment linéaire même sous incidence forte. On peut donc facilement détecter des épaisseurs faibles de diélectrique avec des ondes centimétriques.

Il est également possible de représenter les paramètres
20 définissant la polarisation elliptique P_{REF} par deux angles δ et Ψ comme on peut le voir sur la figure 4 dans le cas où la polarisation initiale P_{INC} est une polarisation linéaire inclinée par rapport au plan d'incidence Π . On appelle alors δ l'angle que fait le grand axe de l'ellipse avec la direction de la polarisation initiale et Ψ l'angle vérifiant la relation suivante :

25 $Tg(\Psi) = A/B$ avec A dimension du petit axe de l'ellipse et B dimension du grand axe de l'ellipse.

Un objet a une signature ellipsométrique périodique en fonction de la fréquence du signal. Ces périodes sont plus grandes si l'objet est de faible épaisseur optique, l'épaisseur optique étant le produit de l'épaisseur
30 géométrique par l'indice optique du matériau qui est égal à la racine carrée de la permittivité du matériau. Il est donc fondamental d'analyser le signal en fonction de la fréquence et sur une large bande de fréquences pour obtenir une signature représentative de l'objet.

Les figures 5, 6, 7 et 8 représentent la « signature » d'un corps à
35 travers les variations de l'amplitude du signal réfléchi et des angles δ et Ψ ,

caractéristiques de la polarisation elliptique en fonction de la fréquence F du signal pour une gamme de fréquences variant de quelques gigaHertz à 70 gigahertz dans 4 cas différents. Dans les 4 cas, l'onde incidente est polarisée linéairement à 45 degrés du plan d'incidence.

5 Dans le premier cas de la figure 5, la signature est celle d'un corps humain. La permittivité du corps humain essentiellement constituée d'eau vaut environ 40. Comme on le voit, la signature est quasiment indépendante de la fréquence.

10 Dans le second cas de la figure 6, la signature est celle d'un matériau de faible permittivité. Elle vaut environ 2. L'épaisseur du matériau est égale à 3 millimètres, ce qui correspond à l'épaisseur des objets à détecter. Comme on le voit sur la figure 6, les variations de l'amplitude et de l'ellipticité sont importantes.

15 Dans le troisième cas de la figure 7, la signature est celle d'un matériau également de faible permittivité. Elle vaut environ 3. L'épaisseur du matériau est plus importante et égale à 5 millimètres. Comme on le voit sur la figure, les variations de l'amplitude et de l'ellipticité sont nettement plus importantes que dans le cas précédent.

20 Dans le quatrième cas de la figure 8, la signature est celle d'un matériau de permittivité plus élevée. Elle vaut environ 7. Elle correspond par exemple à celle du verre. L'épaisseur du matériau est égale à 5 millimètres. Comme on le voit sur la figure, les variations de l'amplitude et de l'ellipticité sont encore plus importantes que dans le cas précédent.

25 Il est donc possible par une analyse des « signatures polarimétriques » de retrouver la nature du corps et son épaisseur. Cette analyse peut être réalisée simplement en appliquant différents seuils sur les signaux reçus. On peut également réaliser une analyse de Fourier des composantes du signal en fonction de la fréquence du signal. Enfin, il est également possible de corrélérer les signaux lorsque ceux-ci sont bruités de
30 façon à améliorer la détection. En effet, les signaux représentant 3 aspects différents d'une même signature sont nécessairement corrélés entre eux.

Lorsque la signature provient non pas d'un objet unique mais d'un objet et du corps humain placé dessous, par exemple dans le cas d'objets de petites dimension ou d'objets longiformes, alors l'objet introduit une
35 biréfringence de forme qui perturbe la signature initiale du corps humain.

Dans ce cas, la comparaison de la signature perturbée et de la signature initiale permet de détecter la présence de l'objet.

L'onde hyperfréquence est émise par un émetteur ponctuel et l'onde réfléchie est captée par un récepteur non directif comme indiqué sur la figure 9. Cependant, les corps éclairés étant parfaitement réfléchissants aux ondes millimétriques, seule la partie du corps éclairée vérifiant les lois géométriques de la réflexion et de la diffraction entre l'émetteur et le récepteur réfléchit un rayonnement susceptible d'être capté par le récepteur. En particulier, l'angle moyen du rayon réfléchi est égal à l'angle moyen du rayon incident. Classiquement, on appelle cette partie première zone de Fresnel. Elle correspond à une zone à l'intérieur de laquelle les ondes diffractées ne sont pas déphasées de plus d'une longueur d'onde λ .

En figure 10, la zone de Fresnel est déterminée dans le cas d'un objet plan éclairé par un émetteur 1 situé à une distance D de l'objet, ledit émetteur 1 émettant un rayonnement à la longueur d'onde λ . Dans une direction inclinée d'un angle θ par rapport à la normale à l'objet, la zone de Fresnel est une zone circulaire dont le rayon R_{FRESNEL} vérifie l'équation suivante :

$$R_{\text{FRESNEL}} = \frac{\sqrt{\lambda(2D + \lambda)}}{\cos \theta}$$

En figure 11, la zone de Fresnel est déterminée dans le cas d'un objet ayant un rayon de courbure local R , ledit objet éclairé par un émetteur 1 situé à une distance D de l'objet, ledit émetteur 1 émettant un rayonnement à la longueur d'onde λ . Dans une direction inclinée d'un angle θ par rapport à la normale à l'objet, la zone de Fresnel est une zone circulaire dont le rayon R_{FRESNEL} vérifie l'équation suivante :

$$R_{\text{FRESNEL}} = \frac{\sqrt{A(2R - A)}}{\cos \theta} \text{ avec } A = \frac{\lambda(2D + \lambda)}{2(D + R)}$$

La figure 12 regroupe un réseau de courbes donnant en fonction de la distance D émetteur-surface de l'objet la variation du rayon de Fresnel pour deux fréquences de signal et 3 rayons de courbure locaux R . Les courbes en traits pleins correspondent à une fréquence de 30 gigaHertz et les courbes en traits pointillés correspondent à une fréquence de 70

gigaHertz. Pour chaque fréquence, la courbe basse correspond à un rayon de courbure R de 15 centimètres, la courbe centrale à un rayon de courbure R de 20 centimètres et la courbe haute à un rayon de courbure R de 50 centimètres. Ces rayons de courbure sont représentatifs de ceux que l'on
5 peut trouver sur un torse humain. De la même façon, la distance émetteur-surface du corps est limitée à 60 centimètres, ce qui correspond aux distances courantes utilisées dans des systèmes de détection du même type.

Les rayons de Fresnel ont des tailles comprises entre 1 centimètre et 7 centimètres et correspondent parfaitement aux tailles des objets à
10 détecter.

Le dispositif selon l'invention est représenté en figure 13. il comprend essentiellement :

- 15 • une source 3 de génération d'un signal hyperfréquence 5, ladite source de génération du signal comportant des moyens permettant de générer le signal dans un état de polarisation connu ;
- 20 • un cornet d'émission 1 dudit signal, ledit cornet éclairant une zone 13 du corps d'un sujet humain 14 susceptible de cacher un objet ;
- un cornet de réception 2 du signal réfléchi par ladite zone ;
- une structure 21 portant au moins le cornet d'émission 1 et le cornet de réception 2 ;
- 25 • des moyens d'analyse 4 dudit signal réfléchi 5 comportant des premiers moyens 41 permettant de déterminer les caractéristiques énergétiques et polarimétriques du signal réfléchi, des seconds moyens 42 permettant de déterminer à partir desdites caractéristiques la présence d'objets placés sur ledit sujet humain et des troisièmes moyens 43
30 d'avertissement de ladite présence symbolisé par des flèches sur la figure 13.

La source de génération 3 du signal hyperfréquence comporte des moyens permettant de générer le signal à une fréquence variable, ladite
35 fréquence étant comprise entre quelques gigaHertz et 70 gigaHertz.

La source 1 ou le cornet d'émission 2 comporte des moyens permettant d'émettre ledit signal polarisé linéairement, la direction de polarisation du signal pouvant être orienté à environ 45 degrés du plan d'incidence moyen du signal sur la zone éclairée du corps ou d'émettre un
5 signal polarisé circulairement ou elliptiquement.

Cette polarisation d'émission peut être maintenue constante ou variée dans le temps de façon connue.

Les premiers moyens 41 de mesure des caractéristiques polarimétriques du signal réfléchi sont de différents types. Lorsque la
10 polarisation émise est maintenue constante, les moyens 41 sont de type ellipsométrique, c'est-à-dire qu'ils permettent de mesurer l'orientation principale et l'ellipticité de la polarisation reçue. Il existe alors différentes techniques possibles pour réaliser cette mesure. Dans un premier mode de réalisation, le système d'analyse est dit à analyseur tournant. Il est constitué
15 d'un polariseur tournant placé devant un détecteur d'intensité et des moyens de mise en rotation dudit polariseur. Par exemple, un cornet hyperfréquence connecté à un guide hyperfréquence constitue un bon polariseur, ce guide est ensuite connecté à un joint tournant assurant la liaison pivotante entre le guide et le connecteur coaxial relié au détecteur d'intensité. Le guide et le
20 cornet sont entraînés en rotation par un moteur à courant continu et la position angulaire absolue du cornet est mesurée par un codeur incrémental. Le moteur peut également être un moteur pas à pas dans le cas où le temps de mesure est grand devant la période de rotation souhaitée, ainsi l'orientation du cornet est fixe pendant la mesure. A partir de l'intensité
25 mesurée en fonction de la position angulaire du cornet récepteur, on remonte aux 3 paramètres recherchés qui sont l'intensité reçue et les deux paramètres d'ellipticité de la polarisation du signal reçu.

La solution de l'analyseur tournant a l'avantage d'être simple à mettre en œuvre pour un bas coût mais cette méthode a l'inconvénient de
30 faire intervenir des pièces mobiles. Dans un second mode de réalisation, on effectue la mesure de l'amplitude complexe de deux polarisations orthogonales qui composent la polarisation à analyser. Pour cela, on utilise un cornet dit orthomode qui donne sur 2 voies distinctes les 2 polarisations incidentes verticale et horizontale. Ayant ces 2 signaux, on mesure d'une
35 part chaque amplitude, puis le déphasage relatif entre ces 2 amplitudes. La

mesure peut alors se faire à une fréquence de répétition de l'ordre du kilohertz.

Lorsque la polarisation émise varie dans le temps, par exemple lorsque la source ou le cornet d'émission comporte des moyens permettant d'émettre différentes combinaisons de polarisations parallèle et perpendiculaire variant dans le temps, alors le cornet récepteur est préférentiellement un cornet permettant de recevoir une polarisation orientée à 45 degrés du plan de réflexion. L'analyse des variations de la polarisation permet de retrouver comme dans le cas précédent les caractéristiques ellipsométriques de la zone éclairée du corps par l'onde d'émission polarisée.

Les moyens d'analyse peuvent également comporter une détection synchrone 44 symbolisée par le rectangle en pointillés de la figure 13. La détection synchrone permet de filtrer le signal reçu dans une bande étroite. Elle n'est pas nécessaire si le signal émis est suffisamment fort. Le système selon l'invention ne nécessite pas une détection précise en phase.

Les moyens d'analyse permettent de déterminer à partir des caractéristiques ellipsométriques dépendant de la fréquence la présence d'objets placés sur ledit sujet humain et des moyens d'avertissement permettent d'avertir un opérateur soit par une alarme sonore soit par un signal optique de ladite présence.

Comme on l'a vu, la surface de détection dite de Fresnel est de l'ordre de quelques centimètres. Elle est suffisante pour permettre la détection, mais bien entendu insuffisante pour détecter un objet suspect sur l'ensemble d'un corps humain avec uniquement un détecteur et un récepteur hyperfréquence fixes. Il faut, par conséquent disposer d'une pluralité de cornets d'émission et de réception, les moyens d'analyse pouvant être communs à ces différents cornets. Avantageusement, pour limiter le nombre de cornets d'émission et de réception, le dispositif comporte des moyens permettant d'émettre et de recevoir sur un même cornet dit d'émission/réception. Cette disposition permet de réduire d'un facteur deux le nombre de sources d'émission et de réception nécessaires.

Pour assurer la détection sur la totalité du corps humain, plusieurs solutions sont possibles.

La première solution représentée en figure 14 consiste à disposer une pluralité d'émetteurs 1 et de récepteurs 2 sur une structure mécanique 21 en forme de portique de taille suffisante sous lequel passe la personne 14 à contrôler. Les émetteurs 1 émettent successivement le signal hyperfréquence polarisé 5. Le signal vu par chaque récepteur 2 est la somme de diverses réflexions spéculaires provenant de différentes zones de Fresnel 13. Les angles d'incidences sont peu différents l'un de l'autre pour ces différentes zones 13 comme indiqué sur la figure 14. En l'absence de diélectrique sur le corps, ces réflexions sont toutes polarisées linéairement et leur somme a une amplitude fortement dépendante de la fréquence selon qu'elles interfèrent de façon constructive ou destructive mais leur polarisation est peu dépendante de la fréquence. La réflexion sur un diélectrique agit par contre fortement sur la polarisation. C'est sur ce dernier critère que se fera la détection d'objets potentiellement dangereux. Chaque émetteur couvre ainsi une ou plusieurs parties du corps humain passant sous le portique. Une répartition judicieuse des émetteurs permet de couvrir la majeure partie du corps humain et d'assurer ainsi une détection efficace.

La seconde solution représentée en figure 15 consiste à disposer un nombre réduit d'émetteurs et de récepteurs sur une structure mécanique 21 en forme de support mobile comportant une poignée 22 reliée à la source d'émission d'ondes hyperfréquences et aux moyens d'analyse par un cordon 23. L'opérateur 15 déplace alors ce support 21 le long du corps de la personne 14 soumise à la détection.

Dans un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple, la structure comporte 4 cornets d'émission/réception notés respectivement 101, 102, 103 et 104 comme indiqué sur la figure 15. Lesdits cornets sont disposés aux sommets d'un parallélogramme. A titre d'exemple, le fonctionnement est le suivant :

A un instant donné, le support mobile 21 est tenu par l'opérateur 15 près du corps 14 à contrôler. Les cornets d'émission/réception sont alors activés de façon séquentielle. Dans une première étape représentée en figure 16, l'onde hyperfréquence polarisée 5 est émise par le premier cornet 101 utilisé en mode émission et éclaire une surface importante du corps à inspecter. Trois zones du corps 131, 132 et 133 réfléchissent l'onde vers le second cornet 102, le troisième cornet 103 et le quatrième cornet 104 utilisés

en mode réception comme indiqué sur la figure 16. Dans une seconde étape représentée en figure 17, l'onde hyperfréquence polarisée 5 est émise par le second cornet 102 utilisé en mode émission et éclaire le corps à inspecter. Deux nouvelles zones du corps 134 et 135 différentes des précédentes 5 réfléchissent l'onde 5 vers le troisième cornet 103 et le quatrième cornet 104 utilisés en mode réception comme indiqué sur la figure 17. Enfin, dans une troisième étape représentée en figure 18, l'onde hyperfréquence polarisée 5 est émise par le troisième cornet 103 utilisé en mode émission et éclaire le corps à inspecter. Une nouvelle zone du corps 136 différente des 10 précédentes réfléchit l'onde 5 vers le quatrième cornet 104 utilisé en mode réception comme indiqué sur la figure 18. On couvre ainsi avec les quatre cornets d'émission/réception six zones différentes de mesure en trois étapes. Lesdites trois étapes de mesure se font dans un temps d'environ un centième de seconde. Pendant cette brève période, on peut considérer que 15 l'opérateur et le sujet humain sont immobiles.

Le dispositif peut comporter également des moyens de mesure de la température du corps humain. En effet, une fausse prothèse mammaire ou abdominale cachant des objets dangereux peut ne pas être détectable par le 20 dispositif si cette prothèse est chargée en eau sur sa surface. Ainsi pour pallier ce problème, on peut ajouter une mesure de température permettant de discriminer les peaux chaudes où le sang circule, des prothèses cachant des objets dangereux, par nature plus froides. Il est en effet très difficile de tempérer correctement de façon uniforme et à la même température que le 25 reste du corps une fausse prothèse. La mesure de température ne nécessite pas nécessairement d'appareil supplémentaire et est effectuée en un centième de seconde environ.

Il faut bien entendu que la zone à analyser par le détecteur thermique corresponde aux dimensions des fausses prothèses à détecter. 30 En effet, les fausses prothèses ont des surfaces généralement voisines de 10 centimètres de diamètre. Dans le cas d'un détecteur mobile à main, les détecteurs sont placés suffisamment près du corps pour que la zone analysée corresponde à ces dimensions et la détection de température ne nécessite pas d'adaptation spéciale. Dans le cas où les détecteurs sont 35 placés sur un portique, ils sont placés à plus grande distance du corps

humain. Dans ce cas, un détecteur de température possédant une lentille de téflon permet de faire la mesure de température sur une surface d'environ 10 centimètres de diamètre à plusieurs dizaines de centimètres de distance.

REVENDEICATIONS

5 1. Dispositif de détection d'objets placés sur un sujet humain, ledit dispositif comportant au moins

- une source de génération d'un signal hyperfréquence ;
- un cornet d'émission dudit signal, ledit cornet éclairant une zone du corps dudit sujet humain ;
- 10 • un cornet de réception du signal réfléchi par ladite zone ;
- une structure portant au moins le cornet d'émission et le cornet de réception ;
- des moyens d'analyse dudit signal réfléchi ;

caractérisé en ce que

- 15 • la source de génération du signal comporte des moyens permettant de générer le signal dans un état de polarisation connu ;
- les moyens d'analyse comportent des premiers moyens permettant de déterminer les caractéristiques énergétiques et
- 20 polarimétriques du signal réfléchi, des seconds moyens permettant de déterminer à partir desdites caractéristiques la présence d'objets placés sur ledit sujet humain et des troisièmes moyens d'avertissement de ladite présence.

25 2. Dispositif de détection selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif comporte des moyens permettant d'émettre ou de recevoir le signal sur un même cornet dit d'émission/réception.

30 3. Dispositif de détection selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le dispositif comporte également une détection synchrone reliant la source de génération du signal hyperfréquence et les moyens d'analyse.

35 4. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la source comporte des moyens permettant de générer

le signal à une fréquence variable, ladite fréquence étant comprise entre quelques gigaHertz et 70 gigaHertz.

5 5. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la source ou le cornet d'émission comporte des moyens permettant d'émettre un signal polarisé linéairement, la direction de polarisation dudit signal étant orienté à environ 45 degrés du plan d'incidence moyen du signal sur la zone éclairée du corps.

10 6. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la source ou le cornet d'émission comporte des moyens permettant d'émettre un signal polarisé circulairement ou elliptiquement.

15 7. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la source ou le cornet d'émission comporte des moyens permettant d'émettre un signal polarisé comportant différentes combinaisons de polarisations parallèle et perpendiculaire variant dans le temps.

20 8. Dispositif de détection selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers moyens de mesure des caractéristiques polarimétriques du signal réfléchi sont de type ellipsométriques, c'est-à-dire qu'ils permettent de mesurer l'orientation principale et l'ellipticité de la
25 polarisation reçue.

9. Dispositif de détection selon la revendication 8, caractérisé en ce que les premiers moyens de mesure ellipsométriques comportent un polariseur hyperfréquence disposé devant un détecteur d'intensité et des
30 moyens de mise en rotation dudit polariseur.

10. Dispositif de détection selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de mise en rotation comportent soit un moteur à courant continu, soit un moteur pas à pas.

11. Dispositif de détection selon la revendication 8, caractérisé en ce que le cornet de réception est du type orthomode et que les premiers moyens de mesure comportent deux détecteurs placés en sortie dudit cornet de réception.

5

12. Dispositif de détection selon la revendication 7, caractérisé en ce que les premiers moyens de mesure des caractéristiques polarimétriques du signal réfléchi sont un cornet récepteur permettant de recevoir une polarisation orientée à 45 degrés du plan de réflexion de la zone éclairée du

10

13. Dispositif de détection selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure mécanique est un portique de sécurité de taille suffisante pour laisser passer le sujet humain.

15

14. Dispositif de détection selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la structure mécanique est portable et comporte une partie mécanique sur laquelle sont disposés les cornets d'émission et de réception et une poignée.

20

15. Dispositif de détection selon la revendication 14, caractérisé en ce que les cornets sont du type émission/réception.

16. Dispositif de détection selon les revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que la structure comporte 4 cornets disposés aux sommets d'un parallélogramme.

25

17. Dispositif de détection selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte également des moyens de mesure de la température du corps humain.

30

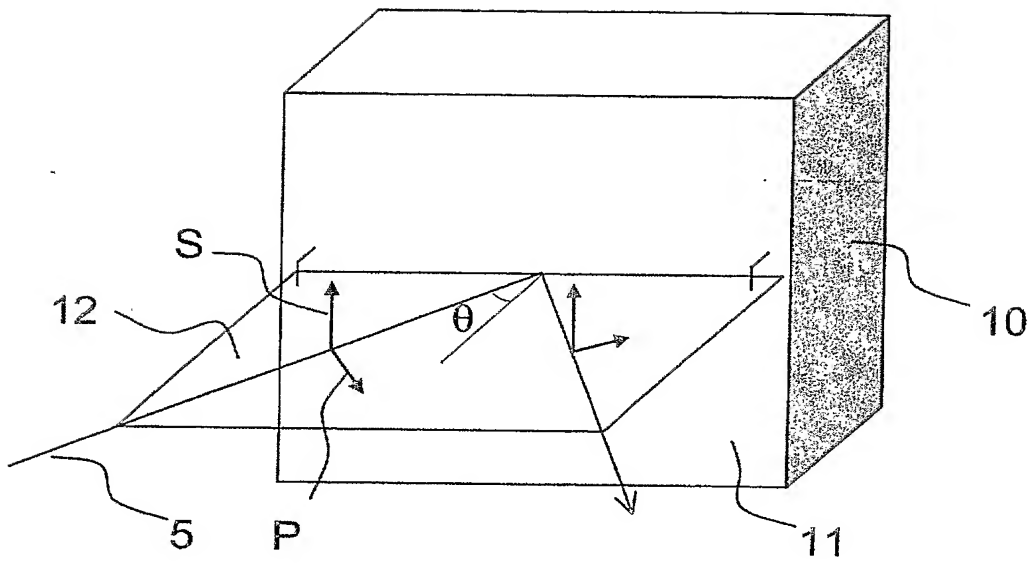


FIG.1

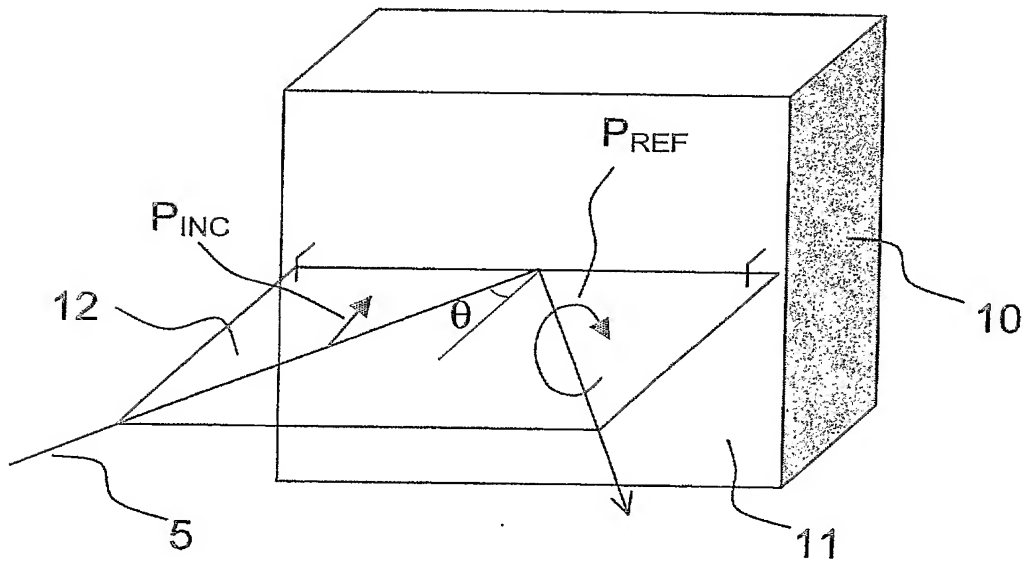


FIG.2

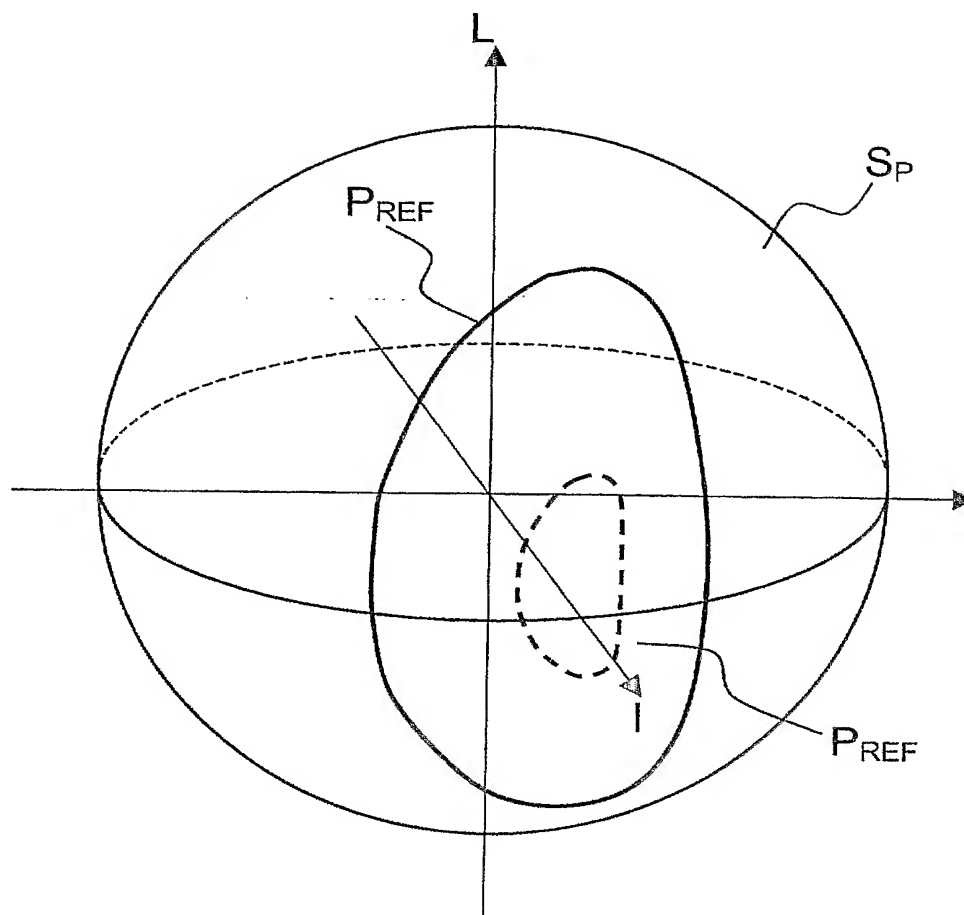


FIG. 3

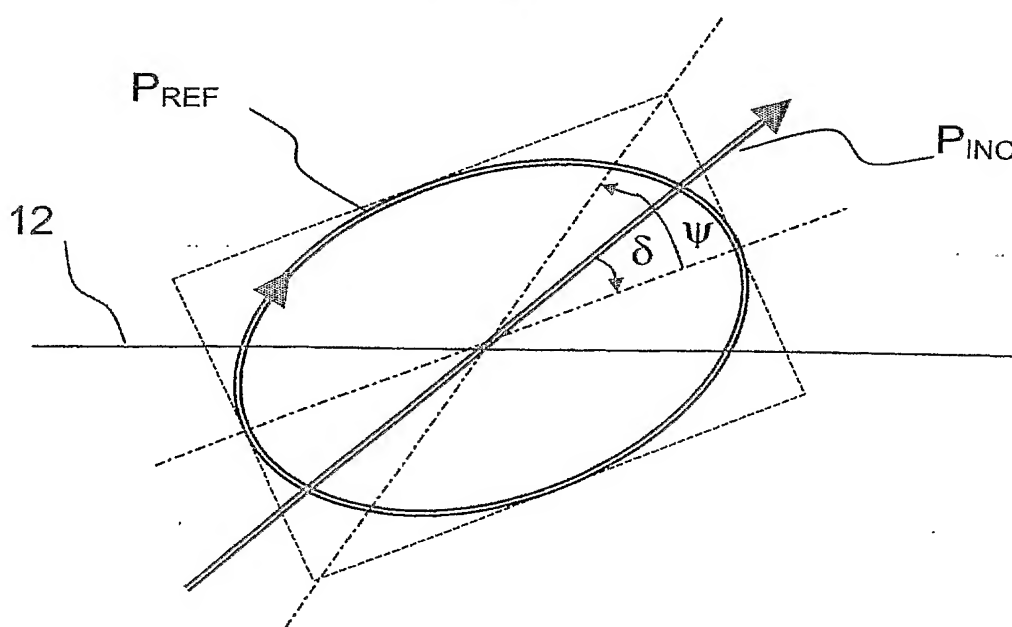


FIG. 4

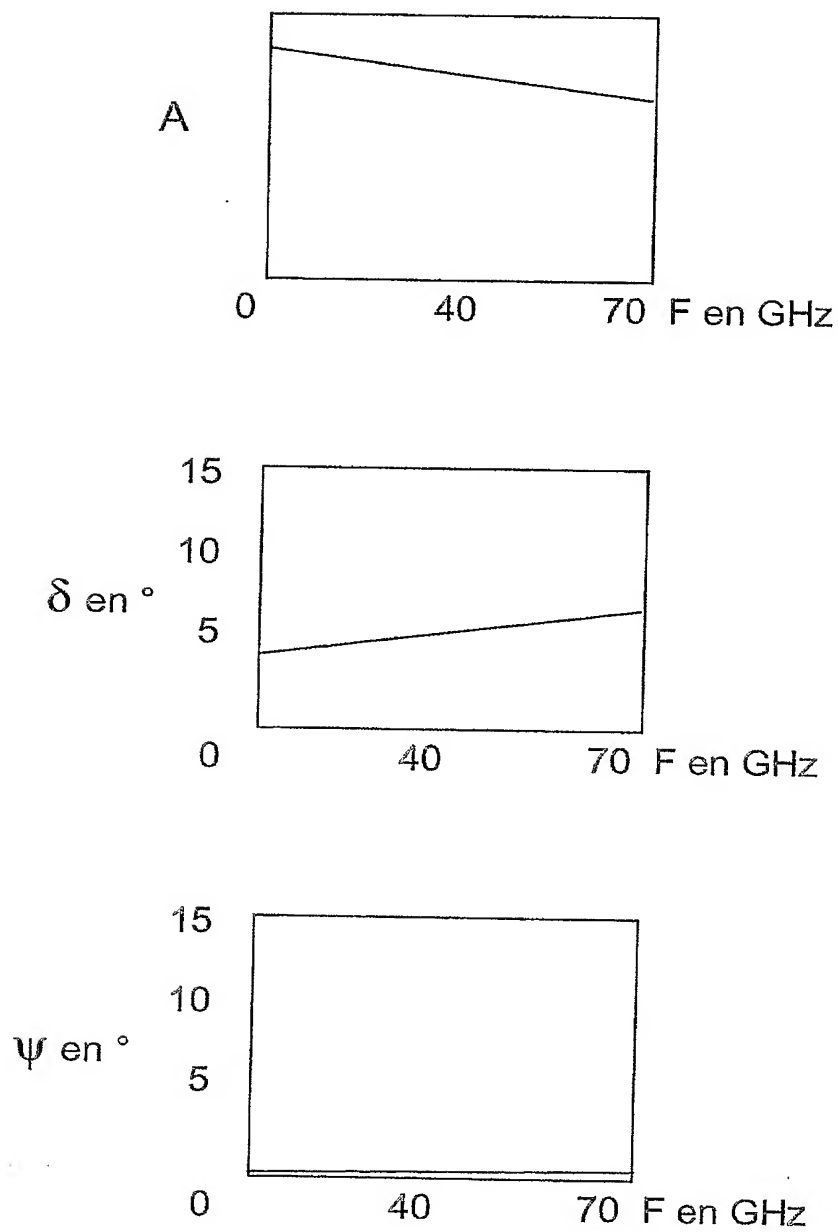


FIG.5

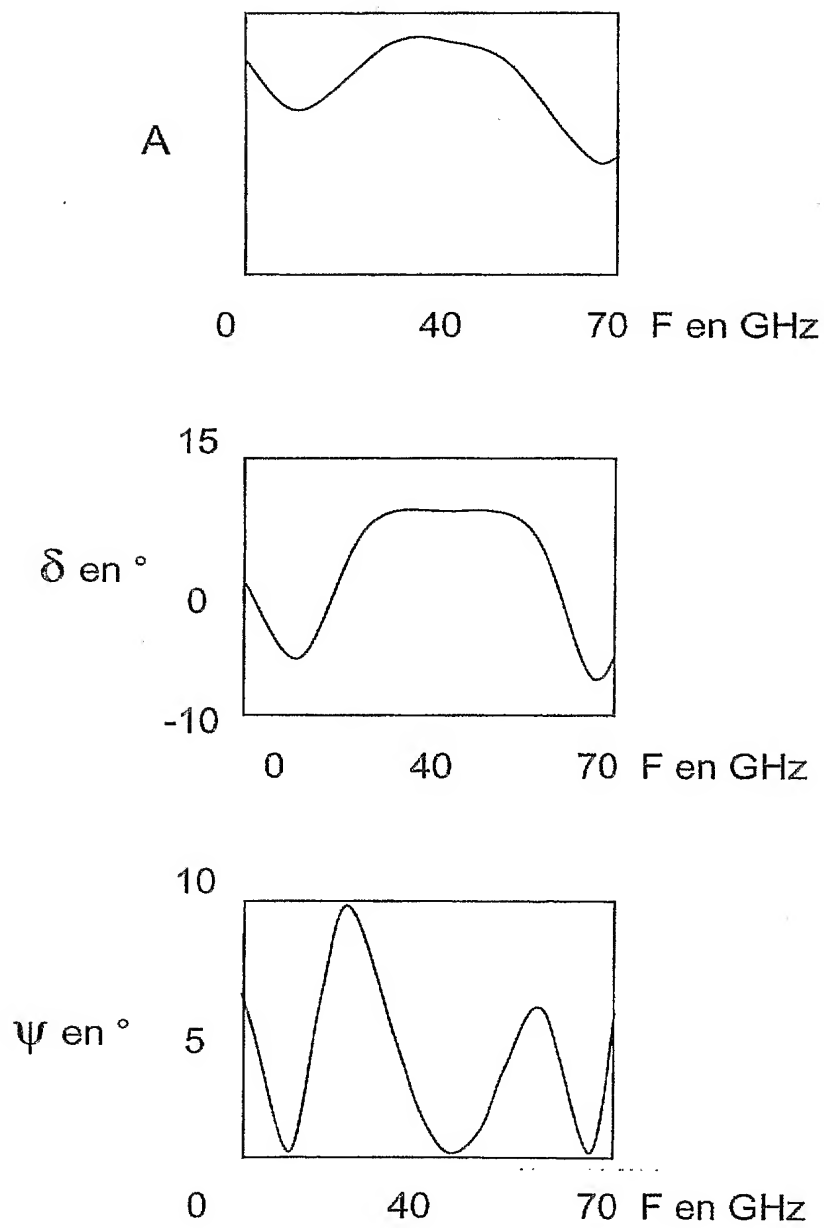


FIG.6

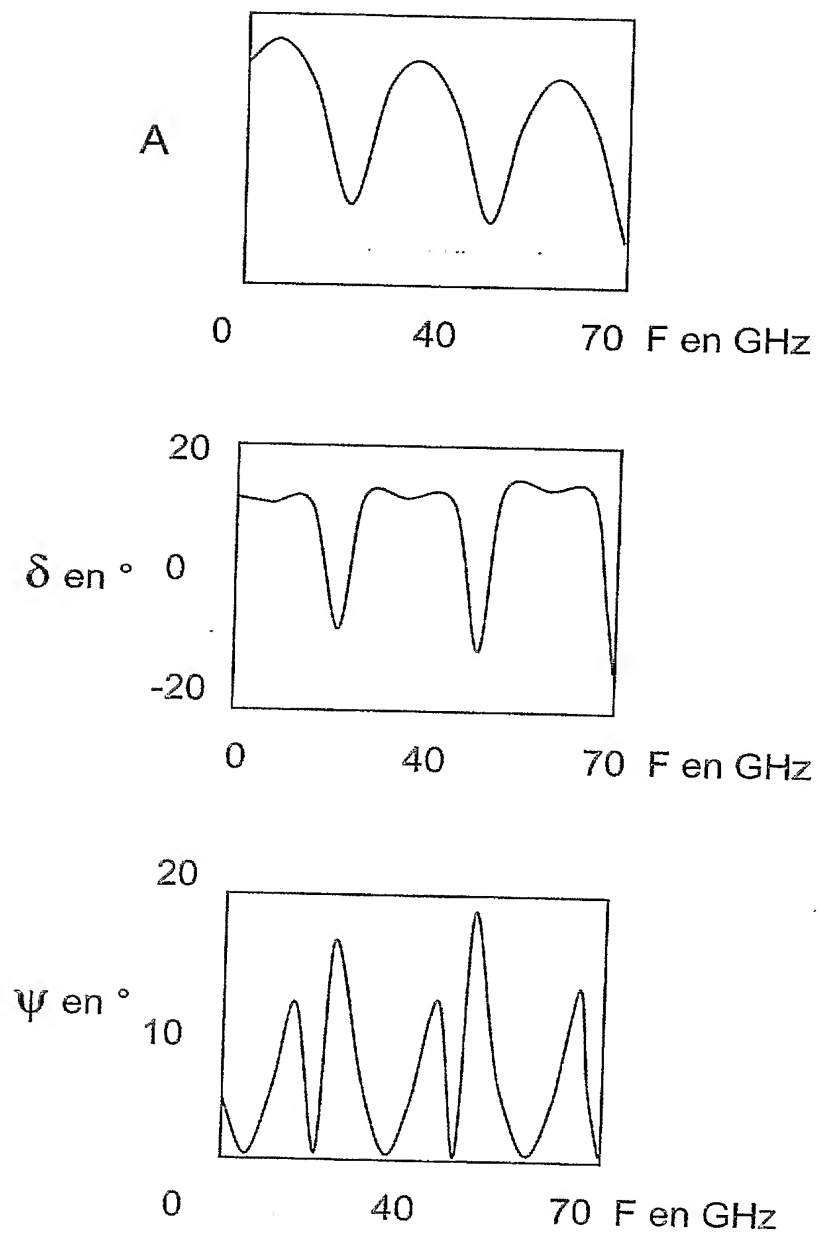


FIG.7

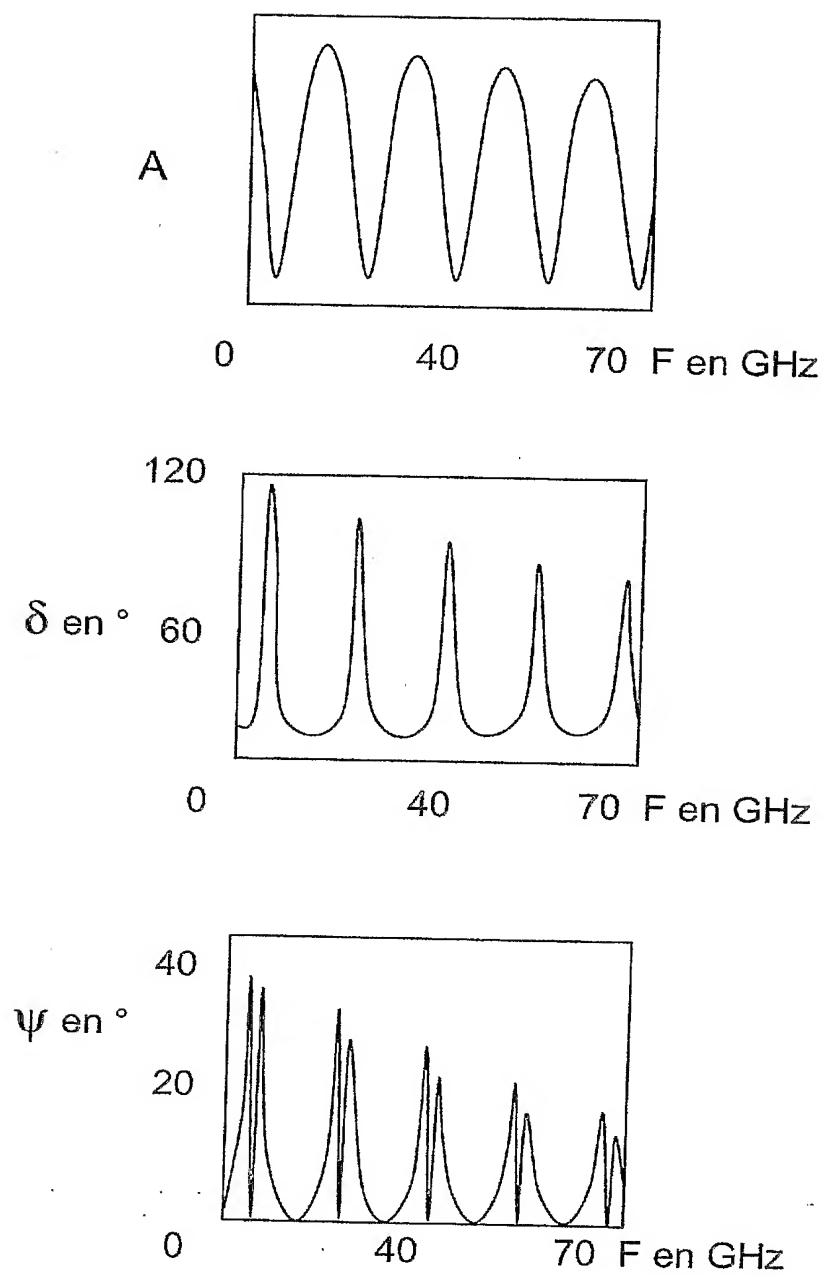


FIG.8

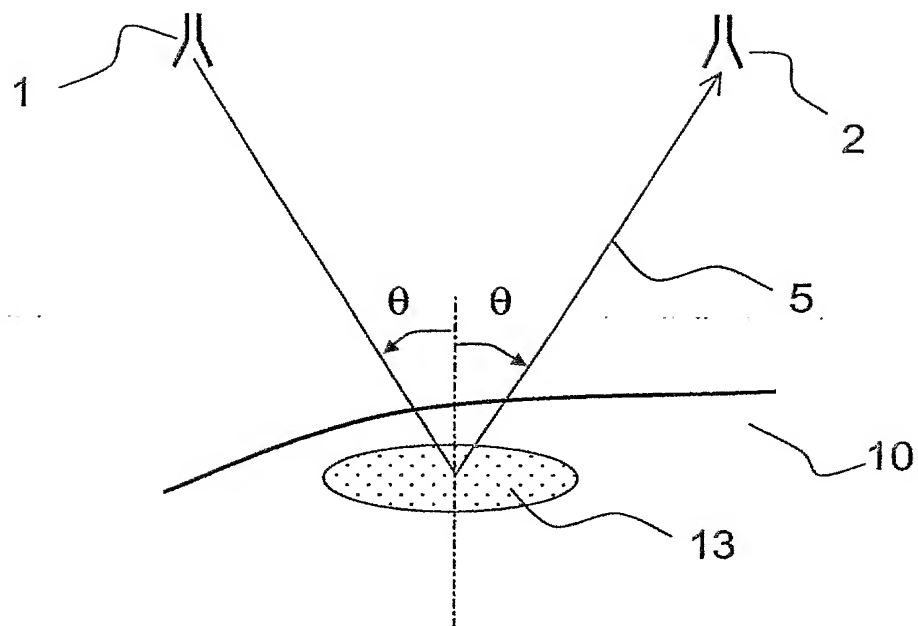


FIG. 9

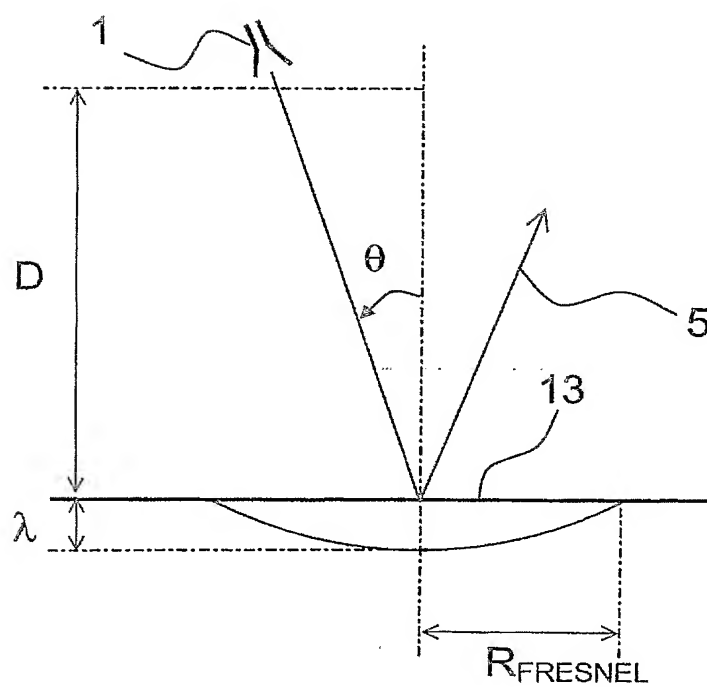


FIG. 10

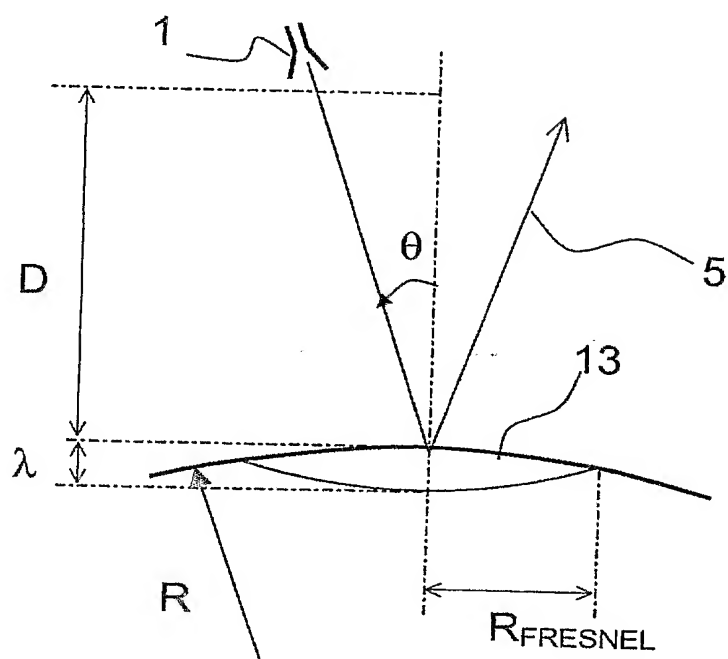


FIG.11

R_{FRESNEL}
en cm

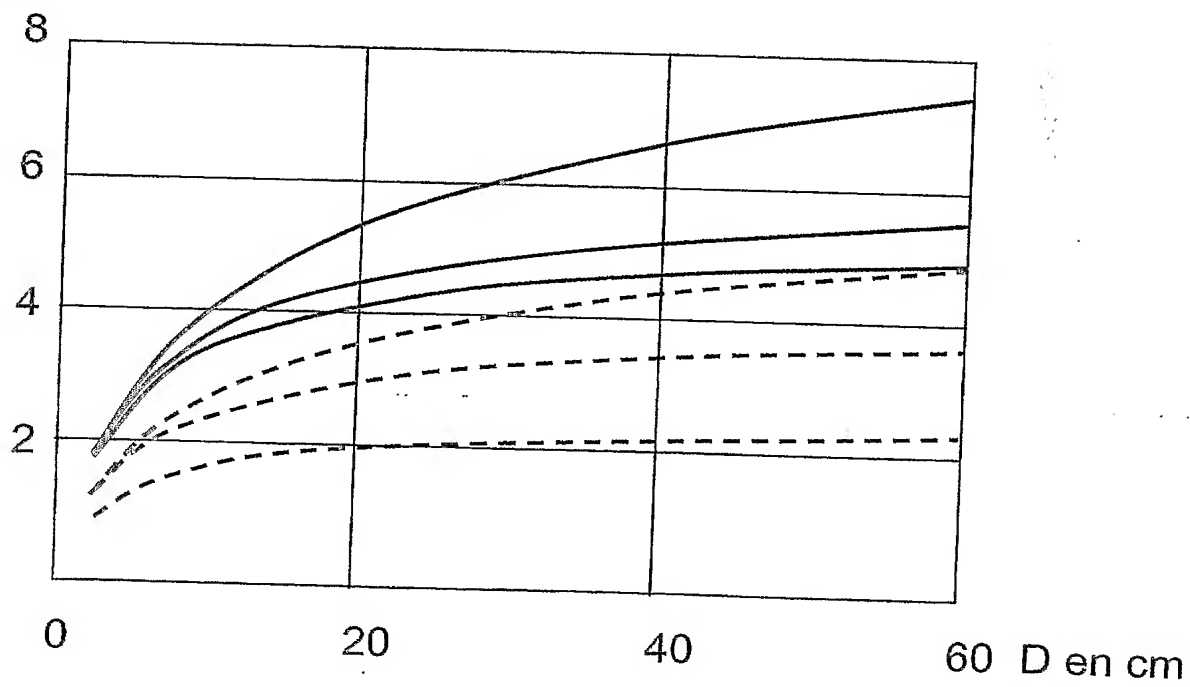


FIG.12

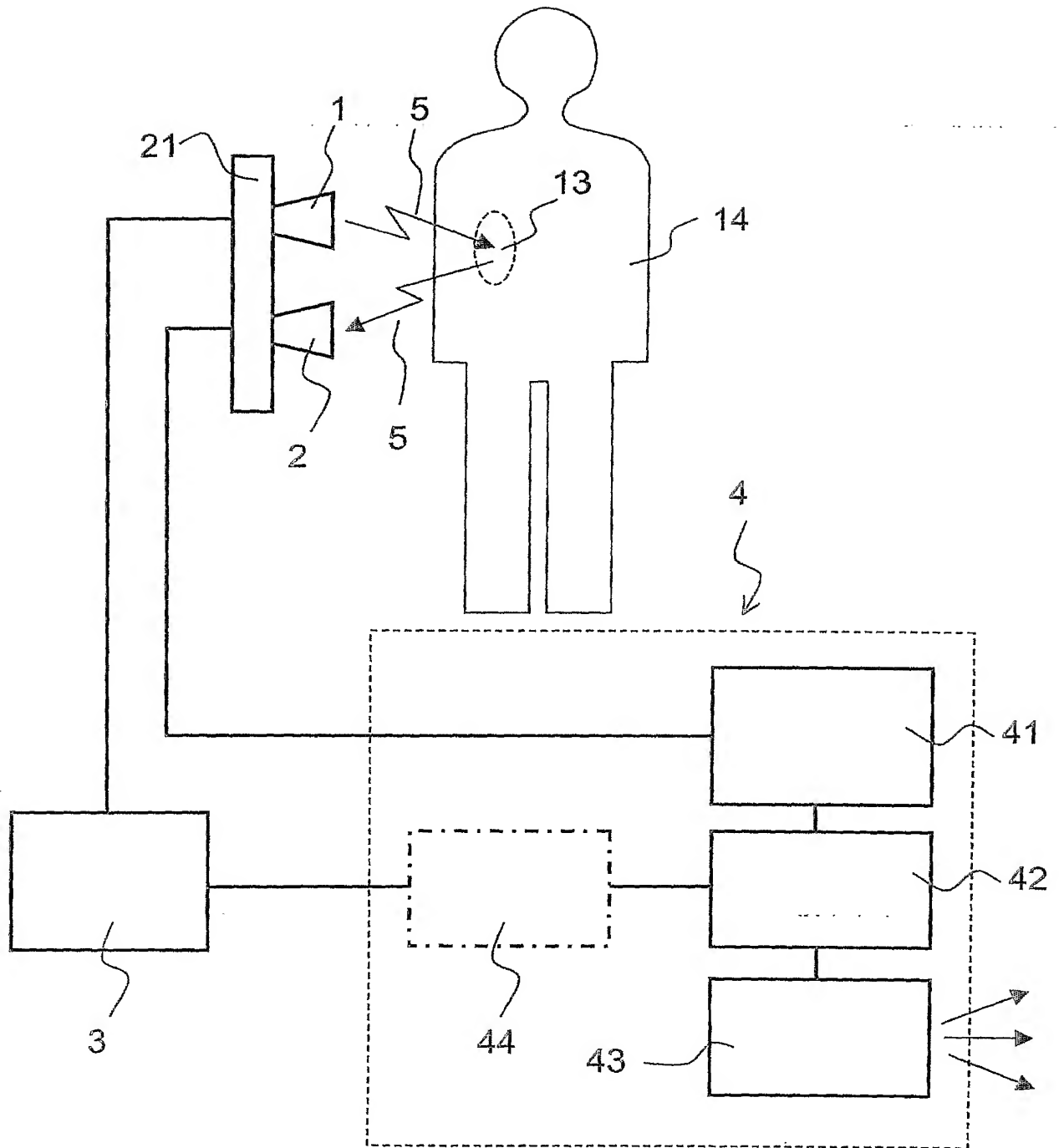


FIG.13

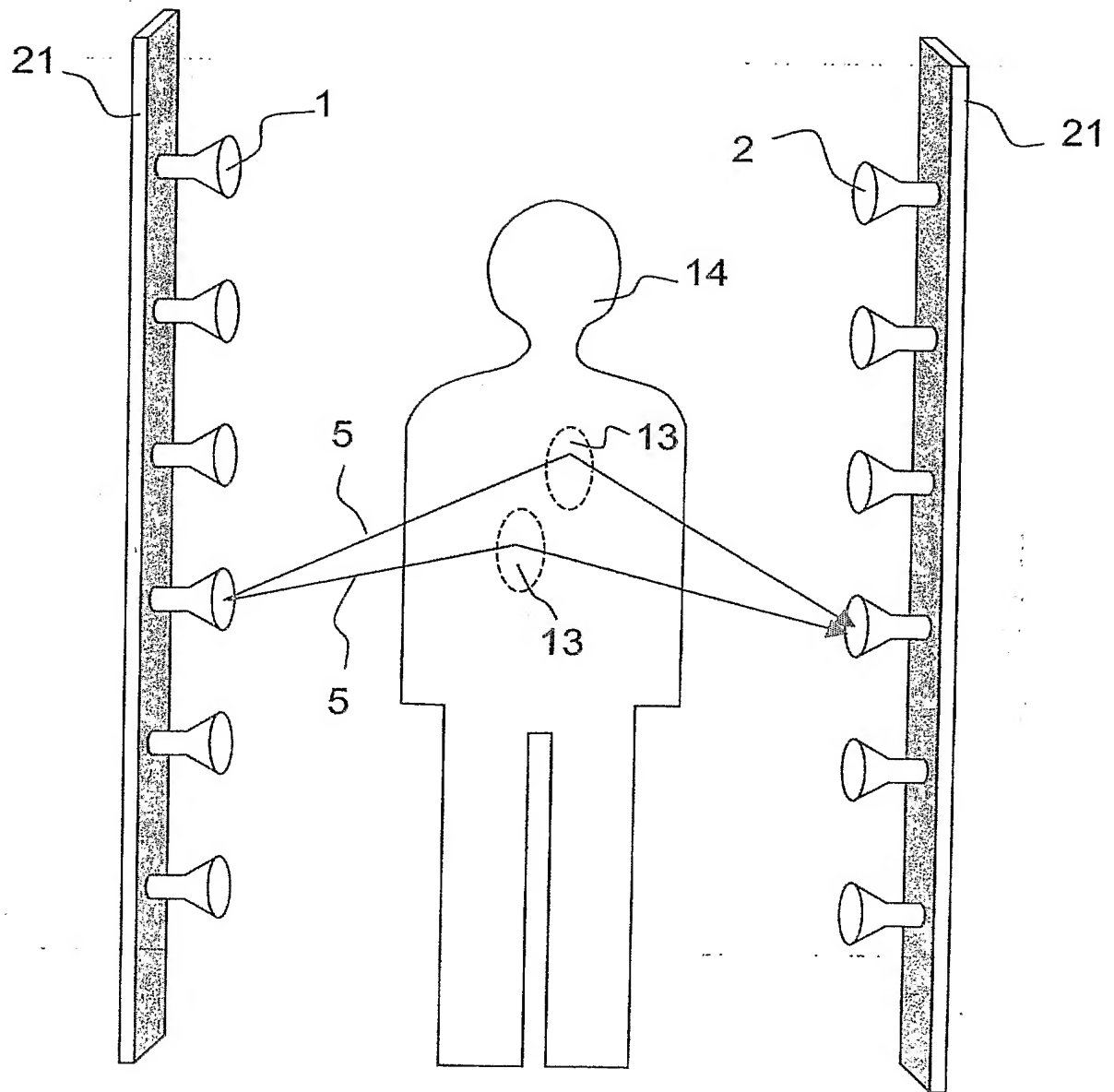


FIG.14

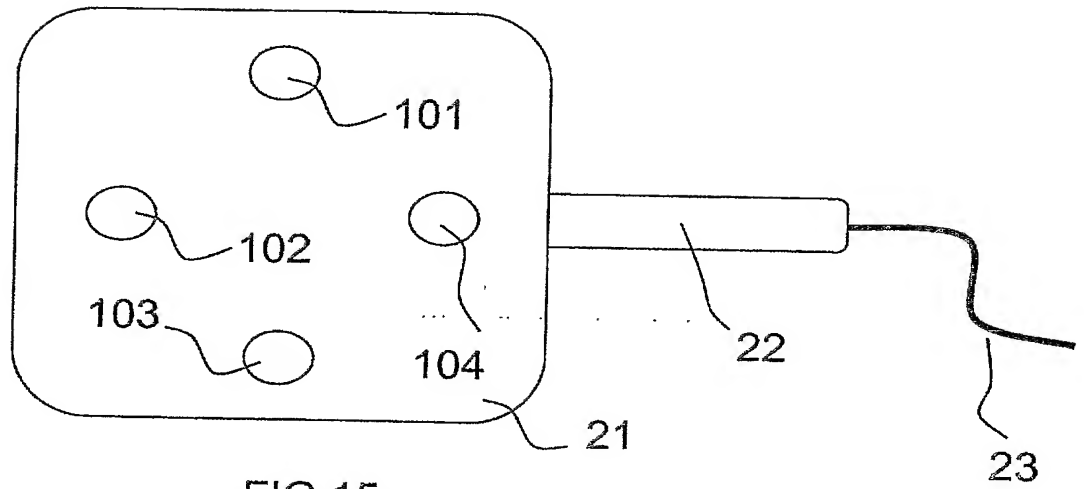


FIG. 15

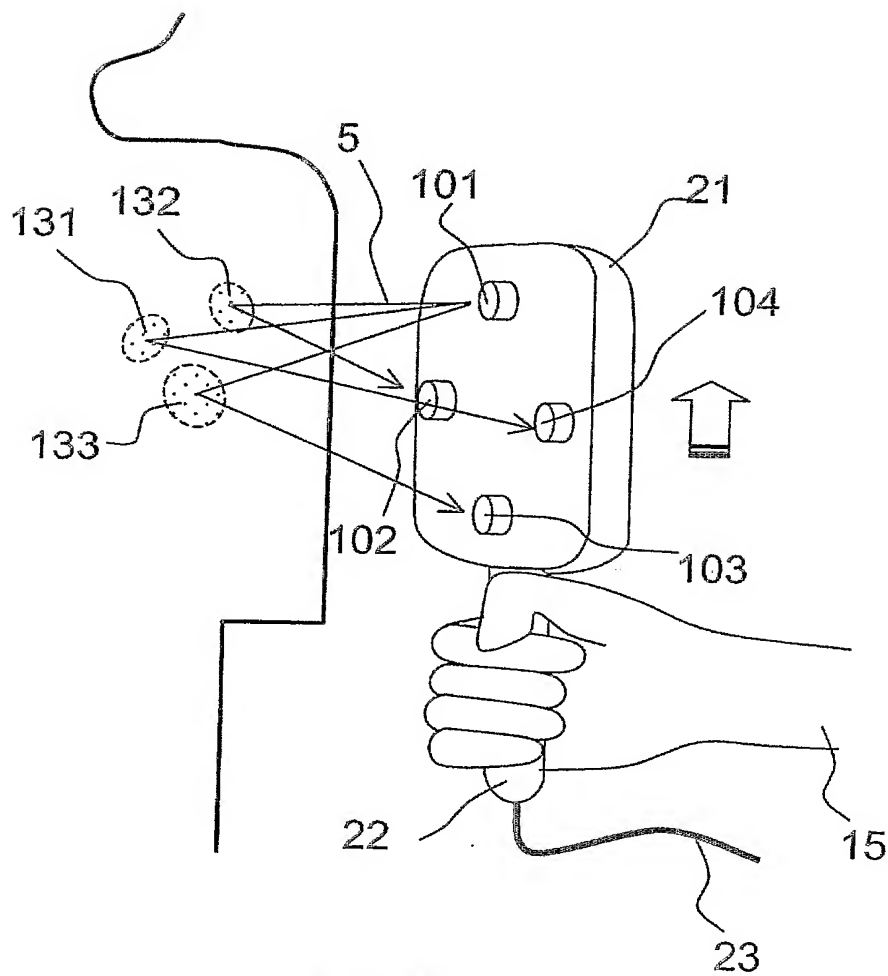
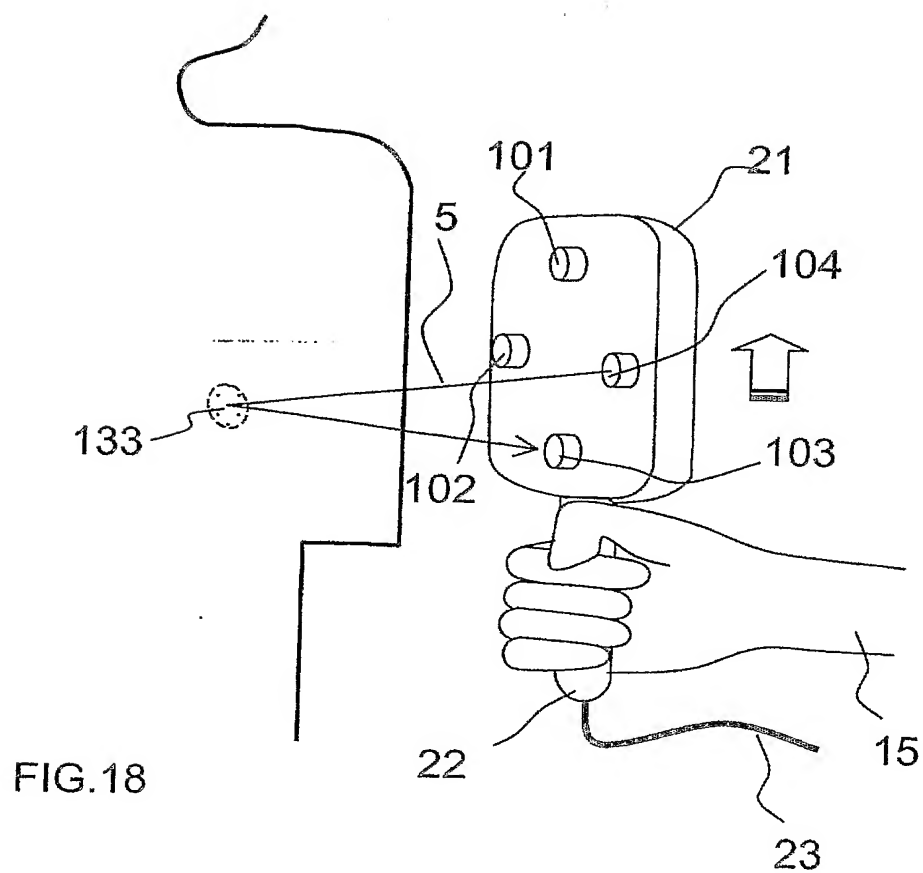
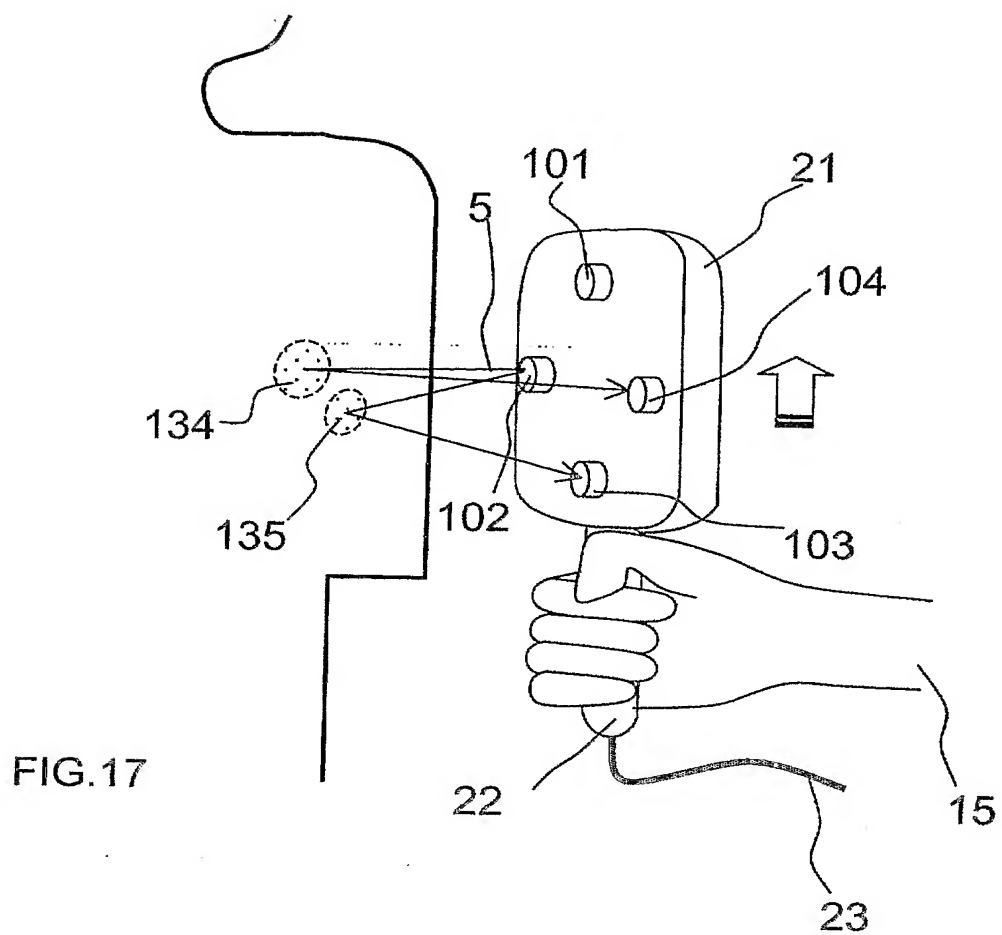


FIG. 16





26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

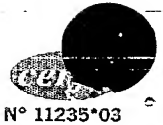
Pour vous informer : INPI DIRECT

► N° Indigo 0 825 83 85 87
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03


DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103

Vos références pour ce dossier (facultatif)		63286
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 05 033
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
DISPOSITIF DE DETECTION D'OBJETS NON METALLIQUES DISPOSES SUR UN SUJET HUMAIN		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
THALES		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	RICHARD
	Prénoms	Matthieu
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411171 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	LEHUREAU
	Prénoms	Jean-Claude
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411171 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	CACHIER
	Prénoms	Gérard
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411171 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
Sophie ESSELIN 		



1.

